

全国普通高等教育中医药类精编教材

生物化学

第2版

SHENGWU HUAXUE

(供中医药类、中西医结合等专业用)

主 编 金国琴

副主编 于英君 任 颖 郑晓珂 柳 春

上海科学技术出版社

全国普通高等教育中医药类精编教材

生物化学

(第2版)

(供中医药类、中西医结合等专业用)

主 编
副主编

金国琴
于英君
任 颖
郑晓珂
柳 春

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/金国琴主编. —2 版. —上海:上海科学技术出版社,2011. 8

全国普通高等教育中医药类精编教材

ISBN 978-7-5478-0871-9

I. ①生... II. ①金... III. ①生物化学—高等学校—教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 111043 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 23.25

字数:450 千字

2006 年 8 月第 1 版

2011 年 8 月第 2 版 2011 年 8 月第 9 次印刷

ISBN 978-7-5478-0871-9/Q·5

定价:32.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

《生物化学》编委会名单

►► **主 编**
副 主 编

金国琴(上海中医药大学)
于英君(黑龙江中医药大学)
任 颖(长春中医药大学)
郑晓珂(河南中医学院)
柳 春(辽宁中医药大学)

编 委

(以姓氏笔画为序)
王和生(贵阳中医学院)
王继红(重庆医科大学)
文朝阳(首都医科大学)
冯雪梅(成都中医药大学)
李丽帆(广西中医学院)
李爱英(河北医科大学)
杨 云(云南中医学院)
张学礼(上海中医药大学)
张晓薇(山西中医学院)
杭丽君(浙江中医药大学)
郑里翔(江西中医学院)
赵筱萍(浙江中医药大学)
郭 平(山东中医药大学)
施 红(福建中医药大学)
黄 玲(福建中医药大学)
谢圣高(湖北中医药大学)
谭宇蕙(广州中医药大学)
魏敏慧(陕西中医学院)

专家指导委员会名单

(以姓氏笔画为序)

万德光 王 华 王 键 王之虹 王永炎
王亚利 王新陆 邓铁涛 石学敏 匡海学
刘红宁 刘振民 许能贵 李灿东 李金田
严世芸 吴勉华 杨关林 何 任 余曙光
张伯礼 张俊龙 陆德铭 范永升 周永学
周仲瑛 郑玉玲 郑 进 胡鸿毅 施建蓉
耿 直 高思华 唐 农 梁光义 黄政德
翟双庆 颜德馨

前言

医学乃性命之学,医学教材为医者入门行医之准绳。上海科学技术出版社于1964年受国家卫生部委托出版全国中医院校试用教材迄今,肩负了近半个世纪全国中医院校教材建设、出版的重任。中医前辈殚精竭虑编写的历版中医教材,培养造就了成千上万的中医卓越人才报效于中医事业,尤其是1985年出版的全国统编高等医学院校中医教材(五版教材),被誉为中医教材之经典而蜚声海内外。

进入21世纪,高等教育教材改革提倡一纲多本、形式多样,先后有多家出版社参与了中医教材建设,呈现百花齐放之势。2006年,上海科学技术出版社在全国高等中医药教学管理研究会和专家指导委员会精心指导下,在全国中医院校积极参与下,出版了供中医院校本科生使用的“全国普通高等教育中医药类精编教材”。“精编教材”综合、继承了历版教材之精华,遵循“三基”、“五性”和“三特定”教材编写原则,教材编写依据国家教育部新版教学大纲和国家中医药执业医师资格考试要求,突出“精炼、创新、适用”特点。在教材的组织策划、编写和出版过程中,上海科学技术出版社与作者一起秉承认真、严谨、务实的作风,反复论证,层层把关,使“精编教材”的内容编写、版式设计和质量控制等均达到了预期的要求,并获得中医院校师生的好评。

为了更好地贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》,全面提升本科教材质量,充分发挥教材在提高人才培养质量中的基础性作用,2010年秋季,全国高等中医药教学管理研究会和上海科学技术出版社在上海召开了中医院校教材建设研讨会。在会上,院校领导和专家们就如何提高高等教育质量和人才培养质量发表了真知灼见,并就中医药教育和教材建设等议题进行了深入的探讨。根据会议提议,在“十二五”开局之年,上海科学技术出版社全面启动“全国普通高等教育中医药类精编教材”的修订和完善工作。“精编教材”修订和完善将根据《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》(教高〔2011〕5号)精神,实施教材精品战略,充分吸纳教材使用过程中的反馈意见,进一步完善教材的组织、编写和出版机制,有利于教材内容的更新、结构的完善和体系的创新,更切合中医院校的教学实践。

“教书育人,教材领先”。教材作为授业传道解惑之书,应使学生能诵而解,解而明,明而彰,然要做到这点实在不易。要提高教材质量,必须不断地对其锤炼和修订,诚恳希望广大中医院校的师生和读者在使用中进行检验,并提出宝贵意见,以使本套教材更加适合现代中医药教学的需要。

全国普通高等教育中医药类精编教材
编审委员会

2011年5月

编写说明

全国普通高等教育中医类精编教材《生物化学》自 2006 年出版以来,得到了全国高等中医药教学管理研究会、专家指导委员会等的认可,以及全国中医药院校广大师生的一致好评。为了进一步满足教学发展与改革的需要,跟上生物化学与分子生物学学科快速发展的步伐,于 2010 年启动了本教材的修订和再版工作。

在第 2 版修订过程中,继续坚持“精品教材、质量第一”,结合国内外生物化学教材的发展,以及中医药院校教育目标、特点、实际需要,在注重“三基”“五性”的基础上,更加突出“精、新、实”的编写特点。并根据使用过程中的反馈意见和建议,在基本保持第 1 版框架内容基础上,适当增补了当今生物化学与分子生物学研究的新成果、新技术。并对于重点章节重要知识点配以临床案例和生物化学在中医药研究中的应用实例作为扩展阅读资料,这是有别于同类专业教科书的一大特色。以期以重要知识点的案例问题为教学切入点,开展以问题为导向的 PBL 教学,引导学生提出问题,运用生物化学基础理论知识去分析和诠释临床诸如糖尿病、肥胖症、肝性脑病、痛风、肿瘤、维生素缺乏症、酒精性中毒、过量药物副作用等异常变化的分子机制及药物的防治作用等,将生化基础知识与临床疾病紧密联系起来,激发学生兴趣,培养学生自主学习技能和解决问题能力;促进传统教学模式的改革,使学生不再是被动获取。一些基因组学、转录组学、蛋白组学、代谢组学等生物化学与分子生物学新技术在中医药研究中的应用进展,将有助于开拓学生视野、启发学生如何运用生物化学新的理论知识和技能去开展中医药研究工作,去诠释重大疾病发生发展的分子机制,阐明中医药防治疾病的药理作用机制,树立生物化学为中医药临床与科学研究服务的理念。

参与本教材修订的作者有 23 位,分别来自全国 20 所中医药学院,都是具有丰富的教学、科研和写作经验的专家教授。在修订过程中,自始至终得到上海科学技术出版社的指导、上海中医药大学教务处和基础医学院的关心和帮助,使教材的质量得以保证。重庆医科大学生生化教研室王继红教授及其学生为教材定稿会做了周到的安排和热情的接待。书中插图由上海科学技术出版社的美术编辑作了部分修正和增补,化学结构反应式由上海中医药大学张学礼老师作了增补绘制,并在生化教研室全体老师的协助下,完成了全书的修订工作。本教材再版还得到了上海市教育委员会重点学科建设项目(J50301)、上海市教育委员会重点课程项目(2010-67)的资助。在此,

全体编委对以上各单位、部门及个人为本教材所作的大力支持和无私奉献表示衷心感谢。

第2版《生物化学》教材,主要使用对象仍为中医药院校本科各专业学生。同时也可供研究生入学考试、职业医师资格考试,以及高职高专、夜大生、进修生等相关专业学生自学和复习使用,亦可供其他医药院校生物化学教师教学参考之用。

《生物化学》编委会

2011年5月

目 录

第一章	绪论	1
第一节	生物化学主要研究内容	1
一、	生物体的化学组成及生物分子的结构与功能	1
二、	物质与能量代谢及其调节	2
三、	基因信息传递及其调控	3
四、	专题医药学生化	3
第二节	生物化学的发展简史	3
第三节	生物化学与医药学关系	4
第四节	学习生物化学的目的和意义	5
第二章	糖类化学	7
第一节	糖的概念、分类和命名	7
一、	糖的概念	7
二、	糖的分类	7
三、	糖的命名	8
第二节	单糖的结构与化学性质	8
一、	单糖的结构	8
二、	单糖的主要化学性质	10
第三节	重要的双糖	12
一、	麦芽糖	12
二、	蔗糖	12
三、	乳糖	12
第四节	多糖	13
一、	同多糖	13
二、	杂多糖	14
三、	糖蛋白与蛋白聚糖	16
第三章	脂类化学	18
第一节	脂肪的结构与化学性质	18
一、	甘油	18

二、脂肪酸	19
三、脂肪的主要化学性质	20
第二节 类脂	21
一、磷脂	21
二、糖脂	23
三、类固醇	24
第四章 蛋白质化学	26
第一节 蛋白质的分子组成	26
一、蛋白质的元素组成	26
二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	26
三、肽键与肽	29
第二节 蛋白质的分子结构	31
一、一级结构	31
二、二级结构	31
三、三级结构	34
四、四级结构	34
五、维持蛋白质分子空间结构的主要化学键	35
六、蛋白质结构与功能的关系	36
第三节 蛋白质的理化性质与分离纯化	38
一、蛋白质的理化性质	38
二、蛋白质的分离纯化鉴定技术	40
第四节 蛋白质的分类	44
一、根据分子形状分类	44
二、根据分子组成分类	44
附：扩展阅读——蛋白质组学与中医证候研究	44
第五章 核酸化学	45
第一节 核苷酸的分子组成	45
一、核酸的元素组成	45
二、核酸的基本组成单位——核苷酸	46
三、3',5'-磷酸二酯键与多聚核苷酸链	48
第二节 核酸的分子结构	50
一、DNA 的分子结构	50
三、RNA 的分子结构	53
第三节 核酸的理化性质	56
一、核酸的紫外吸收	57
二、核酸的变性与复性	57

三、核酸分子杂交	58
第六章 酶	59
第一节 酶的分子组成与活性中心	59
一、酶的分子组成	59
二、酶的活性中心	60
第二节 酶促反应特点与机制	61
一、酶促反应的特点	61
二、酶促反应的机制	62
第三节 酶促反应动力学	63
一、底物浓度对酶促反应速度的影响	63
二、酶浓度对酶促反应速度的影响	65
三、温度对酶促反应速度的影响	65
四、pH 对酶促反应速度的影响	66
五、激活剂对酶促反应速度的影响	66
六、抑制剂对酶促反应速度的影响	66
七、酶活性测定与酶活性单位	70
第四节 酶的调节	71
一、别构调节	71
二、酶促化学修饰调节	73
三、酶蛋白含量的调节	73
四、酶原与酶原的激活	74
五、同工酶	75
六、核酶与脱氧核酶	76
第五节 酶的命名与分类	76
一、酶的命名	76
二、酶的分类	77
第六节 酶与医学的关系	77
一、酶与疾病的发生	77
二、酶与疾病的诊断	78
三、酶与疾病的治疗	78
附 1: 有机磷农药中毒案例	78
附 2: 扩展阅读——转氨酶与中医药研究	79

第七章 维生素

第一节 概述	80
一、维生素的概念和特点	80
二、维生素的命名与分类	81

三、维生素缺乏的原因	81
第二节 水溶性维生素	81
一、B族维生素	82
二、维生素C	88
第三节 脂溶性维生素	90
一、维生素A	90
二、维生素D	92
三、维生素E	94
四、维生素K	94
附：维生素缺乏与营养不良案例	95
第八章 糖代谢	96
第一节 概述	96
一、糖的生理功用	96
二、糖的消化与吸收	96
第二节 糖的氧化分解	97
一、糖的无氧分解	98
二、糖的有氧氧化	102
三、戊糖磷酸途径	107
第三节 糖原的合成与分解	108
一、糖原的合成	109
二、糖原的分解	110
三、糖原合成与分解的调节	112
四、糖原合成与分解的生理意义	112
第四节 糖异生	112
一、糖异生途径	112
二、糖异生的调节	114
三、糖异生的生理意义	114
第五节 血糖及其调节	115
一、血糖的来源和去路	115
二、血糖浓度的调节	115
第六节 糖代谢紊乱	116
一、低血糖	116
二、高血糖与糖尿	117
三、糖尿病	117
四、糖原累积症	117
五、糖耐量试验	118
附 1: 高血糖与糖尿病案例	118

附 2: 扩展阅读——中医药对糖尿病治疗作用的研究	119
---------------------------	-----

第九章 生物氧化	120
第一节 概述	120
一、生物氧化的概念	120
二、生物氧化的特点	120
三、生物氧化的方式	121
第二节 线粒体氧化体系	122
一、呼吸链	122
二、体内重要呼吸链的排列顺序	125
三、胞质中 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 的氧化	126
第三节 生物氧化与能量代谢	127
一、高能化合物的种类	127
二、ATP 的生成	128
三、影响氧化磷酸化的因素	131
四、ATP 的利用、转移与储存	132
第四节 非线粒体氧化体系	132
一、微粒体氧化酶系	133
二、过氧化物酶体氧化酶类	133
三、超氧化物歧化酶	133
附 1: 煤气中毒案例	134
附 2: 扩展阅读——中药对虚证患者线粒体氧化磷酸化的调节作用	134

第十章 脂类代谢	135
第一节 脂类的消化吸收和分布	135
一、脂类的消化与吸收	135
二、脂类的分布	136
第二节 血脂	136
一、血脂的组成与含量	136
二、血脂的来源和去路	136
第三节 三酰甘油的代谢	137
一、三酰甘油的分解代谢	137
二、三酰甘油的合成代谢	142
三、激素对三酰甘油代谢的调节	144
第四节 类脂的代谢	144
一、甘油磷脂的代谢	144
二、神经鞘磷脂的代谢	146

三、胆固醇的代谢	146
第五节 脂蛋白代谢与代谢紊乱	149
一、血浆脂蛋白代谢	149
二、脂蛋白代谢紊乱	152
附 1: 高脂血症案例	153
附 2: 扩展阅读——中医药对高脂血症的防治作用 研究	153
第十一章 蛋白质的分解代谢	155
第一节 蛋白质的营养作用	155
一、蛋白质营养的重要性	155
二、蛋白质的需要量	155
三、蛋白质的营养价值与互补作用	156
第二节 蛋白质的消化、吸收和腐败	157
一、蛋白质的消化	157
二、氨基酸的吸收和转运	158
三、蛋白质的腐败作用	158
第三节 氨基酸的代谢概况	159
一、氨基酸的来源	159
二、氨基酸的去路	160
第四节 氨基酸的一般代谢	160
一、氨基酸的脱氨基作用	160
二、氨的代谢	162
三、 α -酮酸的代谢	166
四、氨基酸的脱羧基作用	167
第五节 个别氨基酸的特殊代谢	168
一、一碳单位的代谢	168
二、含硫氨基酸的代谢	169
三、芳香族氨基酸的代谢	171
四、支链氨基酸的代谢	174
第六节 激素对蛋白质代谢的调节	174
第七节 糖、脂类和蛋白质在代谢上的相互联系	174
一、糖与脂类在代谢上的联系	174
二、糖与蛋白质在代谢上的联系	175
三、脂类与蛋白质在代谢上的联系	175
第八节 物质代谢的调节	176
附 1: 肝性脑病案例	177
附 2: 扩展阅读——代谢组学在中医药研究中的	

应用 177

第十二章 核苷酸代谢 178

第一节 核苷酸的分解代谢 179

一、嘌呤核苷酸的分解代谢 179

二、嘧啶核苷酸的分解代谢 180

第二节 核苷酸的合成代谢 180

一、嘌呤核苷酸的合成 180

二、嘧啶核苷酸的合成 183

三、脱氧核苷酸的合成 185

附 1: 痛风症案例 186

附 2: 扩展阅读——中医药防治肿瘤作用的研究 186

第十三章 核酸的生物合成 187

第一节 DNA 的生物合成(复制) 188

一、DNA 复制的特征 188

二、参与 DNA 复制的主要酶类 189

三、DNA 复制的过程 192

四、真核生物 DNA 复制的特点 194

五、端粒与端粒酶 194

第二节 逆转录 195

一、逆转录酶催化合成 cDNA 195

二、逆转录酶与病毒 196

第三节 DNA 的损伤与修复 196

一、DNA 突变 196

二、突变的类型 196

三、DNA 损伤与修复 197

第四节 RNA 的生物合成(转录) 198

一、参与转录的主要物质及其作用 199

二、转录的过程 200

三、转录后加工 202

附 1: 着色性干皮病案例 203

附 2: 扩展阅读——转录组学与中医药研究 204

第十四章 蛋白质的生物合成 205

第一节 参与蛋白质生物合成的三种 RNA 205

一、mRNA 与遗传密码 205

二、tRNA 与氨基酸的转运 207

三、核糖体与蛋白质合成场所	208
第二节 蛋白质生物合成的过程	209
一、起始阶段	209
二、延长阶段	209
三、终止阶段	211
第三节 翻译后加工	212
一、一级结构的修饰	212
二、高级结构的修饰	213
三、靶向输送	213
第四节 影响蛋白质生物合成的物质	213
一、抗生素	214
二、白喉毒素	214
三、干扰素	214
附 1: 镰状细胞贫血案例	214
附 2: 扩展阅读——蛋白质组学与中医药研究	215

第十五章

基因表达调控	216
第一节 基因表达的基本规律	216
一、时间特异性	216
二、空间特异性	217
三、基因表达的方式	217
第二节 原核生物基因转录调控	218
一、转录水平的调控	218
二、翻译水平的调控	221
三、原核生物基因表达调控的特点	221
第三节 真核生物基因转录调控	222
一、顺式作用元件	222
二、反式作用因子	223
三、RNA 聚合酶	225
四、真核生物基因表达调控的特点	226
附: 扩展阅读——中药对基因表达的干预作用	227

第十六章

细胞信息传递	228
第一节 细胞间信息分子	228
一、神经递质	228
二、激素	229
三、细胞因子	229
四、气体信息分子	229